

## 書誌

---

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)  
(12)【公報種別】公開特許公報(A)  
(11)【公開番号】特開平8-158665  
(43)【公開日】平成8年(1996)6月18日  
(54)【発明の名称】鉄筋コンクリート構造物の補強方法  
(51)【国際特許分類第6版】

E04G 23/02            E  
                          F  
B32B 5/08            9349-4F  
                          13/12  
E01D 21/00

【審査請求】未請求

【請求項の数】3

【出願形態】FD

【全頁数】7

(21)【出願番号】特願平6-329591  
(22)【出願日】平成6年(1994)12月2日

(71)【出願人】

【識別番号】0000107044

【氏名又は名称】ショーボンド建設株式会社

【住所又は居所】東京都千代田区神田錦町3丁目18番地

(71)【出願人】

【識別番号】0000003159

【氏名又は名称】東レ株式会社

【住所又は居所】東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72)【発明者】

【氏名】西村 明

【住所又は居所】愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社愛媛工場  
内

(72)【発明者】

【氏名】野村 善行

【住所又は居所】東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号 東レ株式会社東京事業場  
内

(72)【発明者】

【氏名】江口 和雄

【住所又は居所】埼玉県上尾市上町1-12-20 小林ハイツ105

(72)【発明者】

【氏名】齊藤 弘志

【住所又は居所】埼玉県桶川市上日出谷1033-6

(74)【代理人】

【弁理士】

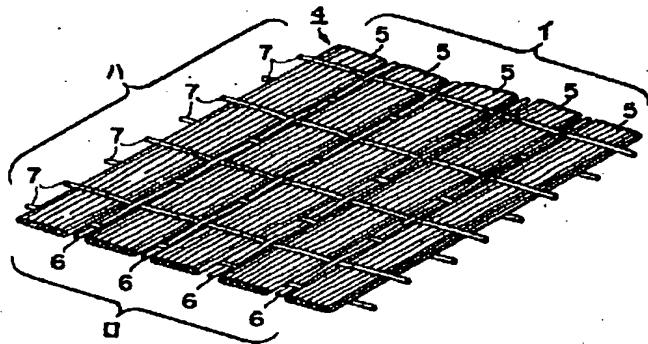
【氏名又は名称】伴 俊光

## 要約

### (57)【要約】

【目的】効率良く簡単に施工でき、かつ、長期的な信頼性が高い鉄筋コンクリート構造物の補強方法を提供する。

【構成】鉄筋コンクリートからなる床版または梁のコンクリート面に樹脂を塗布し、ついでシート状の繊維強化材4を積層し、この繊維強化材4に樹脂を含浸、常温硬化させる、繊維強化プラスチック板で鉄筋コンクリートを補強する方法において、A. 樹脂は常温硬化型のエポキシ樹脂であって、粘度が40~200ポイズ、チクソトロピック係数が3.0~8.0であり、B. 繊維強化材4は、応力が集中するような屈曲を有しない扁平な強化繊維マルチフィラメント糸5を一方向に互いに並行かつシート状に引き揃えてなる糸条群イのシート両面側によく方向補助糸群ハが位置し、それらよく方向補助糸群ハと、強化繊維マルチフィラメント糸5と並行するたて方向補助糸群口とが織組織をなして糸条群イを一体に保持しており、かつ、隣接する強化繊維マルチフィラメント糸5間に隙間が存在する一方向性補強織物である、鉄筋コンクリート構造物の補強方法。



## 請求の範囲

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】鉄筋コンクリートからなる床版または梁のコンクリート面に樹脂を塗布し、ついでシート状の繊維強化材を積層し、この繊維強化材に樹脂を含浸、常温硬化させる、繊維強化プラスチック板で鉄筋コンクリートを補強する方法において、A. 樹脂は常温硬化型のエポキシ樹脂であって、粘度が40~200ポイズ、チクソトロピック係数が3.0~8.0であり、B. 繊維強化材は、応力が集中するような屈曲を有しない扁平な強化繊維マルチフィラメント糸を一方向に互いに並行かつシート状に引き揃えてなる糸条群のシート両面側によく方向補助糸群が位置し、それらよく方向補助糸群と、強化繊維マルチフィラメント糸と並行するたて方向補助糸群とが織組織をなして糸

条群を一体に保持しており、かつ、隣接する強化繊維マルチフィラメント糸間に隙間が存在する一方向性補強織物であることを特徴とする、鉄筋コンクリート構造物の補強方法。

【請求項2】前記繊維強化材の強化繊維マルチフィラメント糸間の隙間が0.2mm～1.0mmであることを特徴とする、請求項1の鉄筋コンクリート構造物の補強方法。

【請求項3】前記繊維強化材は、強化繊維マルチフィラメント糸とよこ方向の補助糸とが低融点ポリマーで接着していることを特徴とする、請求項1または2の鉄筋コンクリート構造物の補強方法。

## 詳細な説明

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、鉄筋コンクリート構造物の補強方法に関し、さらに詳しくは繊維強化プラスチック板による鉄筋コンクリート構造物の補強方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】最近、道路橋や建築物の床版や梁が鉄筋の錆、鉄筋の疲労やコンクリートの中性化などによって老朽化し、問題となっている。その補強は、通常、コンクリートや梁に鋼板を接着剤で貼り付けることによって行われているが、この作業は、梁で囲まれた狭い空間内で行わなければならないことが多い。しかし、鋼板は重くて、貼り付けにはクレーン車などの起重機が必要となって繁雑であり、ときには、起重機を使用できない箇所もある。また、コンクリート面は、必ずしも平滑ではなく、凹凸面をなしている。したがって、鋼板とコンクリートとの接着を完全に行わしめるためには、接着剤層を厚くして、コンクリート面の凹凸の影響をなくすることが必要で、非常に効率が悪かった。

【0003】これに対して、最近、道路橋の床版や梁を繊維強化プラスチック板で補強するFRP補強工法が、車の通行を遮断することなく補強工事が可能となることから注目されている。この方法は、コンクリート面に多少の凹凸があっても、十分に補強されるように、コンクリート面に直接樹脂を塗布したのち、たとえば、特開平3-224901号公報に記載されているような一方向性のシート状繊維強化材に樹脂を含浸、硬化させて、繊維強化プラスチック板を成形すると同時に、繊維強化プラスチック板をコンクリートに接着させる、いわゆる、ハンドレイアップ成形法で行われている。鋼板補強工法のように重量物運搬の必要がないので作業効率は良いが、ハンドレイアップ法でFRPの成形を現場で行うため、下記の問題があった。

【0004】(1)まず、コンクリート構造物、たとえば、床版や梁の下面に未硬化の樹脂を塗布するが、樹脂粘度が小さく、チクソ性に劣ると、未硬化の樹脂が床版から垂れ落ち、所定の樹脂量を保持することができないばかりか、垂れ落ちる樹脂が下で作業している人に付着し、不衛生であった。

【0005】(2)樹脂の粘度を大きくし、チクソ性を大きくすると、樹脂の垂れ落ちは無くなるが、繊維強化材への樹脂の含浸速度が遅くなり、繊維強化材への樹脂の含浸がほとんどなされなかった。

【0006】(3)脱泡ローラがけのあと、徐々に繊維強化材への樹脂の含浸が進み、繊

維強化材に含まれている空気が樹脂と置換され、繊維強化材に含まれていた空気は上方に移動し、樹脂含浸された繊維強化材と床版の下面との間に空気が溜まる。床版はコンクリート製なので、自然にこれら空気が抜けて消滅するようなことはなく、樹脂が硬化したのち大きなボイドとして残り、FRP層は膨れた状態になる。とくに、シート状繊維強化材が高目付になるとこの傾向が顕著になる。

【0007】(4)雨が降ると、床版や梁の下面の方に、コンクリートの割れ目を伝わってくる水がボイドに溜まる。外気の温度が氷点下になると水が凍って体積が膨張し、床版とFRP層との間が剥離する懸念がある。

【0008】(5)樹脂の含浸・脱泡ローラがけの際、シート状繊維強化材の位置がずれ、所定の場所の補強ができないばかりか、強化繊維が蛇行し、繊維強化プラスチック板としての強度や引張弾性率等の機械的特性が低下する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、鉄筋コンクリート構造物の補強にあたって従来の上述した問題点を解決し、効率良く簡単に施工でき、かつ、長期的な信頼性が高い鉄筋コンクリート構造物の補強方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の鉄筋コンクリート構造物の補強方法は、鉄筋コンクリートからなる床版または梁のコンクリート面に樹脂を塗布し、ついでシート状の繊維強化材を積層し、この繊維強化材に樹脂を含浸、常温硬化させる、繊維強化プラスチック板で鉄筋コンクリートを補強する方法において、A. 樹脂は常温硬化型のエポキシ樹脂であって、粘度が40～200ポイズ、チクントロピック係数が3.0～8.0であり、B. 繊維強化材は、応力が集中するような屈曲を有しない扁平な強化繊維マルチフィラメント糸を一方向に互いに並行かつシート状に引き揃えてなる糸条群のシート両面側によこ方向補助糸群が位置し、それらよこ方向補助糸群と、強化繊維マルチフィラメント糸と並行するたて方向補助糸群とが織組織をなして糸条群を一体に保持しており、かつ、隣接する強化繊維マルチフィラメント糸間に隙間が存在する一方向性補強織物であることを特徴とする方法からなる。

【0011】上記繊維強化材の強化繊維マルチフィラメント糸間の隙間は、0.2mm～1.0mmの範囲にあることが好ましい。また、上記繊維強化材は、強化繊維マルチフィラメント糸とよこ方向の補助糸とが低融点ポリマーで接着しているものであることが好ましい。

【0012】以下に、図面を参照しながら本発明方法を詳細に説明する。図1は、本発明の鉄筋コンクリート構造物の補強方法を説明するための、床版下面側の概略斜視図である。コンクリート製の床版1のコンクリート下面に、床版1の長さ方向に沿って、並行に等間隔に配列してなる繊維強化プラスチック板2、2'、2"…が接着されている。また、床版1の幅方向にも、繊維強化プラスチック板3、3'、3"…が、床版1の長さ方向に延びる繊維強化プラスチック板2、2'、2"と直交するように、等間隔に配列されている。

【0013】床版への繊維強化材による補強の施工方法は、まず、床版の下面に付着している油などの不純物をアセトンなどの有機溶剤や石鹼水で除去し、床版下面のひび割れ部やコンクリートの欠けた箇所にモルタルや樹脂を充填し、また、コンクリートの凸部を削り接着面を平滑にする。必要に応じて、サンダーでコンクリート表面をあら

す。ついで、コンクリート面と繊維強化プラスチック板の接着性を向上させるため、粘度の低いエポキシ樹脂系プライマーを塗布し、1～7日間程度プライマー樹脂が硬化するまで放置する。つぎに、床版の下面に繊維強化材のマトリックスとなる樹脂を塗布ローラで塗布し、長さ方向に強化繊維が並行配列したシート状の繊維強化材を床版の長さ方向または幅方向に所定の間隔で置き、繊維強化材上にマトリックスとなる樹脂を塗布し、その上を脱泡ローラがけし、繊維強化材への樹脂含浸と同時に脱泡を行ない、常温で硬化させる。同様に、さらに、シート状の繊維強化材を床版の幅方向または長さ方向に所定の間隔で置き、樹脂を塗布したのちローラがけし、樹脂含浸および脱泡を行って常温で硬化させ、床版下面のコンクリートに繊維強化プラスチック層を形成し、床版の補強を行う。補強の度合によって、これら積層作業を繰返し、積層枚数、すなわち強化繊維量を増やす。以上は、通常行われている、繊維強化プラスチックによるコンクリート構造物としての床版の補強方法であり、本発明においてなんら変わることはない。

【0014】本発明においては、床版の下面やシート状繊維強化材へ塗布するマトリックス樹脂は、常温硬化型のエポキシ樹脂である。エポキシ樹脂は耐アルカリ性に優れているので、アルカリ性であるコンクリートに侵され、経年変化で劣化するようなことはない。また、コンクリートや強化繊維との接着性がよく、強化繊維による床版の補強効果が大きい。また、マトリックス樹脂は室温で硬化するから、樹脂含浸作業したのち放置しておくことによって、硬化が進み、コンクリートや強化繊維と十分に接着するので、床版の補強作業が簡単になる。樹脂の硬化のために加熱が必要な加熱硬化型の樹脂であると、現場にヒータなどの加熱装置を持ち込むことが必要となり、厄介である。

【0015】本発明に用いる上記樹脂においては、粘度が40～200ポイズであり、チクソトロピック係数が3.0～8.0である。樹脂粘度が40ポイズ未満、チクソトロピック係数が3.0未満であると、繊維強化材に塗布した未硬化の樹脂が垂れ落ち、所定の樹脂量を保持することができず、床版と繊維強化プラスチック板との接着が不十分となる。また、繊維強化プラスチック中に樹脂が十分に充填されないので、強化繊維による補強効果が小さい。また、垂れ落ちる樹脂が床版の下で作業している人に付着し、不衛生である。また、垂れ落ちる樹脂が途中で硬化し、繊維強化プラスチックの外表面が凹凸し美観を損ねる。また、樹脂の粘度が小さく、チクソ性に乏しいから、ローラがけで、シート状繊維強化材の位置がずれ、所定の場所の補強ができないばかりか、強化繊維が蛇行し、繊維強化プラスチック板としての強度や引張弾性率等の機械的特性が低下する。

【0016】一方、樹脂粘度が200ポイズを超え、チクソトロピック係数が8.0よりも大きくなると、繊維強化材に樹脂を塗布したのち、含浸・脱泡ローラがけを行っても、樹脂粘度が高く、また、塗布した樹脂がほとんど拡散しないので、繊維強化材の強化繊維間に十分樹脂が含浸しない。したがって、強度や引張弾性率に優れる繊維強化材を使用しても樹脂による複合効果が十分に発揮されず、十分な強度や引張弾性率が発現しなくなる。

【0017】樹脂粘度が40～200ポイズ、チクソトロピック係数が3.0～8.0であると、樹脂粘度が低すぎて、チクソトロピック係数が小さいことによる問題、すなわち樹脂の垂れ落ち、所定の樹脂量の保持が難しいこと、床版と繊維強化プラスチック板との接着が十分でないこと、外表面の凹凸や強化繊維の蛇行の発生といった種々の問題は

解決される。また、樹脂の含浸速度は多少遅いかも知れないが、徐々に纖維強化材への樹脂の含浸が進む。しかし、単に上記樹脂に関する条件のみでは、含浸・脱泡ローラをかけ終わってから、纖維強化材に含まれている空気が樹脂と置換され、纖維強化材に含まれていた空気は上方に移動するので、樹脂含浸された纖維強化材と床版の下面との間に空気が溜まる、すなわち、ボイドが生成されるという問題が発生する。床版はコンクリート製なので、自然にこれらボイドが抜けて消滅するようなことはなく、樹脂が硬化したのち、大きなボイドとして残り、纖維強化プラスチック層は膨れた状態になる。長年経過すると、このボイド部に水が溜まり、外気が氷点下になるとこの水が凍り、体積膨張によりコンクリート面と纖維強化プラスチック板との間でクラックが発生し、剥離に繋がる。

【0018】ここで、樹脂粘度の測定は、JIS-K-6833により行う。すなわち、単一円筒回転体を用いて、試料500mlを容器にとり、試料温度が所定の温度になったのを確認して粘度計のロータを試料中央にセットし、1分間回転させた時の指示計の目盛を読む。この場合、ロータの回転数を20回転／分とする。粘度は粘度計の示す目盛の数値に規定の換算乗数を乗じて算出する。

【0019】また、チクソトロピック係数の測定方法は、上記の粘度測定と同様である。ただし、使用するロータは同一とし、ロータの回転数を変えて測定した粘度の比をチクソトロピック係数という。すなわち、ロータの回転数は20回転／分と2回転／分とし、チクソトロピック係数は次式で算出した値をいう。

$$\text{チクソトロピック係数} = (2\text{回転／分時の粘度}) / (20\text{回転／分時の粘度})$$

【0020】本発明において鋭意検討の結果、図2に示すようなシート状纖維強化材4を用いることにより、樹脂粘度が40～200ポイズ、チクソトロピック係数が3.0～8.0であっても、前述のような纖維強化プラスチック層の膨れを解消できることが分かった。

【0021】すなわち、多数本の強化纖維マルチフィラメント糸を一方向に互いに並行に配列させ、強化纖維マルチフィラメント糸間に隙間を設けると、この隙間からボイド抜きができ、纖維強化材と床版との間に溜まるボイドの解消に繋がるのである。実験の結果、隣接する強化纖維マルチフィラメント糸間に隙間が開いていることが必要であり、該隙間の大きさは、好ましくは0.2mm～1.0mmである。0.2mm未満であるとボイド抜きが不完全で、やはり纖維強化材と床版との間にボイドが残る。一方、1.0mmを越える隙間にすると、強化纖維マルチフィラメント糸の配列本数が少なくなり、すなわち単位面積当りの(たとえば、1平方メートル当りの)強化纖維重量が少なくなり、床版補強のための所定の強化纖維量とするためには積層作業回数が増えることになるので、床版の補強・補修作業に時間がかかる。また、単位面積当たりの強化纖維重量を多くして糸間隔を確保しようとした場合、強化纖維マルチフィラメント糸の糸幅を積極的に狭くすることになり、強化纖維マルチフィラメント糸への樹脂含浸が悪くなる。

【0022】とくに、強化纖維マルチフィラメント糸間の隙間が0.2mm～1.0mmの纖維強化材に樹脂を塗布した後、マルチフィラメント糸と直交方向に溝付きのローラで脱泡すると、強化纖維マルチフィラメント糸間の隙間から容易に空気の泡を抜くことができる。

【0023】このようなシート状の纖維強化材4は、応力が集中するような屈曲を有しない扁平な強化纖維マルチフィラメント糸5を一方向に互いに並行かつシート状に引き

揃えてなる、強化繊維マルチフィラメント糸5の糸条群イと、強化繊維マルチフィラメント糸5間に強化繊維マルチフィラメント糸5と並行するたて方向補助糸6群口と、シート面の両側(両面側)に位置するよこ方向補助糸7群ハからなり、たて方向補助糸群口とよこ方向補助糸群ハとが織組織をなして糸条群イを一体に保持することによって得られる。強化繊維マルチフィラメント糸5は、屈曲することなく真直ぐに配列している、いわゆるノンクリンプ構造となっているので、樹脂で固めても、応力集中が発生するようなことはなく、繊維強化プラスチック板の引張強度、引張弾性率が大きくなる。また、強化繊維糸条5の断面が扁平状なので、糸条の厚さは薄く、糸条の周りにある樹脂が高粘度であっても十分に含浸する。たとえば強化繊維糸条の断面が楕円状であると、両端の薄い部分では樹脂含浸が進むが、中央の厚い部分では、糸条の中心部までの樹脂の含浸パスが長くなるので、樹脂が到達しない未含浸部が残るのである。

【0024】また、強化繊維マルチフィラメント糸5の繊維重量を大きくする場合には、図3に示したように、扁平な強化繊維マルチフィラメント糸5を積み重ねて織組織させることができる。図3は2層に積み重ねた例について示したが、必要に応じて2層以上に積み重ねることができる。強化繊維マルチフィラメント糸5が扁平状なので、このような方法で繊維重量を大きくしても所定の糸間隔を確保することができる。

【0025】扁平状強化繊維マルチフィラメント糸5の好ましい扁平度(=糸条の幅／糸条の厚さ)は、30～100程度である。扁平度が30未満になると、繊維重量の大きな繊維強化材では樹脂の含浸性が悪くなり、扁平度が100を越えると糸間隔の確保が困難となる。

【0026】本発明に用いる強化繊維糸は、フィラメントが多数本集束したマルチフィラメント糸からなり、強化繊維としては、炭素繊維、ポリアラミド繊維やガラス繊維などの高強度・高弾性率繊維が用いられる。中でも、炭素繊維はアルカリに侵されることがなく、本発明に用いる強化繊維として好ましい。

【0027】補助糸は、本質的に繊維強化プラスチックの機械的特性を担うものではなく、強化繊維糸の形態保持を行うものであり、50デニール～700デニールの細い糸が好ましい。とくにたて方向の補助糸を700デニール以上と太くすると、折角設けた強化繊維糸条間の間隔が補助糸で埋まり、樹脂の脱泡が困難になる。補助糸を構成する繊維としては、ガラス繊維、ポリエステル繊維、ポリアラミド繊維、ナイロン繊維、ABS繊維、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、ビニロン繊維などとくに限定するものではないが、中でもガラス繊維、ポリアラミド繊維やビニロン繊維は熱収縮率が小さいので、繊維強化材の寸法安定性が良く、よこ方向補助糸の収縮によって強化繊維糸条の密度が変化することがない。また、たて方向に延びる炭素繊維、ポリアラミド繊維やガラス繊維の強化繊維マルチフィラメント糸はほとんど収縮しないので、たて方向補助糸が収縮すると強化繊維マルチフィラメント糸が蛇行することになるが、ガラス繊維、ポリアラミド繊維やビニロン繊維など熱収縮率の小さいたて方向補助糸を使用することにより、これらの問題も解消される。

【0028】本発明においては、通常のハンドレイアップ法に比べて、樹脂粘度が高く、チクソトロピック係数が大きく、樹脂が繊維強化材に含浸しにくいので、かなり強く含浸・脱泡ローラをかけなければならないが、このとき、ローラがけの方法やその圧力によっては、織物が目ずれし、繊維強化材の強化繊維マルチフィラメント糸の配列が乱れてしまうおそれがある。このようなことから、本発明に用いる繊維強化材は、強化

繊維マルチフィラメント糸および／またはたて方向の補助糸と、よこ方向の補助糸とが、線状または点状に延びる低融点ポリマーで接着されていることが好ましい。低融点ポリマーが線状または点状に延び、よこ方向補助糸が部分的に強化繊維マルチフィラメント糸やたて方向補助糸と接着しているだけであるので、マトリックス樹脂の含浸が阻害されるようなことはない。低融点ポリマーとしては、ナイロン、共重合ナイロン、ポリエステル、ABS、ポリエチレンやポリプロピレンなどの低融点の熱可塑性ポリマーが挙げられ、これらのポリマーからなる糸条を、強化繊維マルチフィラメント糸や補助糸と引き揃えて製織し、その後低融点ポリマーの融点以上に加熱・冷却することによって、マルチフィラメント糸やたて方向補助糸とよこ方向補助糸とを接着させることができ。この低融点ポリマーは、本質的に繊維強化プラスチックの補強材料となるものではないから、その量が多すぎるとマトリックス樹脂の含浸を阻害することになるため、極力少ないほうがよい。低融点ポリマーの付着量としては $0.6\text{g}/\text{m}^2 \sim 20\text{g}/\text{m}^2$ 程度が好ましい。

#### 【0029】

【実施例】以下に、本発明の鉄筋コンクリート構造物の補強方法の望ましい実施例について説明する。

実施例1たて方向の強化繊維マルチフィラメント糸として繊度が7,200デニールの炭素繊維糸を使用し、その炭素繊維糸を糸幅6.5mmの状態で扁平な形態に保持しながら2本積層した状態で一方向に互いに並行かつシート状に引き揃え、また、たて方向の補助糸として繊度が405デニールのガラス繊維糸を使用し、よこ方向補助糸として202.5デニールのガラス繊維糸と、低融点ポリマーとしての50デニールの低融点ナイロン糸を引き揃え挿入して製織の後、織機上のヒータで低融点ナイロン糸を溶融して、炭素繊維糸とよこ方向補助糸のガラス繊維糸を接着させ、図3に示した織物Aを得た。

【0030】次に、床版補強の貼り付けのモデル実験として、ベニヤ板に両面接着テープで接着したポリエステルフィルムが下面となるようにベニヤ板を固定し、フィルムに室温硬化型の、樹脂粘度が100ポイズ、チクソトロピック係数が4.0のエポキシ樹脂を塗布ローラで均一に塗布し、その上に織物Aを置き、その上に上記エポキシ樹脂を塗布ローラで均一に塗布し、溝付きのローラで樹脂含浸および脱泡を行ったところ、炭素繊維糸間の隙間から空気が抜けてきた。さらにその上に、炭素繊維糸の方向が同じになるように織物Aを置き、エポキシ樹脂を塗布ローラで均一に塗布し、溝付きのローラで樹脂含浸および脱泡を行ったところ、炭素繊維糸間の隙間から空気が抜けてきた。このとき、ローラがけで繊維配向が乱れるようなことはなかった。

【0031】常温で樹脂含浸作業を終えてから、40分程度で樹脂の硬化が始まったが、樹脂が垂れ落ちるようなことはなく、また、炭素繊維強化プラスチック(CFRP板)には部分的に膨れた状態は観察されなかった。また、樹脂を完全に硬化させた後に、ベニヤ板とフィルムを剥がして、フィルムとCFRP板との間のボイドの有無を確認したが、ボイドは無かった。

【0032】比較例1常温硬化型の、樹脂粘度が20ポイズ、チクソトロピック係数が1.0のエポキシ樹脂と上記の織物Aを用いて、実施例1と同じ方法で床版補強のモデル実験を行った。フィルムに樹脂を塗布ローラで均一に塗布したが、1~2分経過後に、樹脂が部分的に集中して、樹脂の塗布面が凹凸し、凸部から樹脂が垂れ落ちた。そ

の上に織物Aを置き、エポキシ樹脂を塗布ローラで均一に塗布し、溝付きのローラで樹脂含浸および脱泡を行ったところ、実施例1と同じく、炭素繊維糸間の隙間から空気が抜けてきた。さらにその上に、炭素繊維糸の方向が同じになるように織物Aを置き、エポキシ樹脂を塗布ローラで均一に塗布し、溝付きのローラで樹脂含浸および脱泡を行ったところ、炭素繊維糸間の隙間から空気が抜けてきた。樹脂の硬化が始まる40分の間に樹脂が部分的に集中して、樹脂の塗布面が凹凸し、凸部から樹脂が垂れ落ちた。樹脂の硬化後、CFRP板の表面は凹凸したが、炭素繊維の屈曲による部分的に膨れた状態は観察されなかった。ベニヤ板とフィルムを剥がして、フィルムとCFRP板との間のボイドの有無を確認したところ、樹脂の落下によって樹脂不足になったと考えられる空気層が部分的に存在し、その部分のCFRP板は凹状態になっていた。

【0033】比較例2たて方向補助糸のガラス繊維糸の張力を小さくし、その他は実施例1と同じ方法で炭素繊維糸間の隙間が0.1mmの織物Bを得た。この織物Bを用いて、樹脂粘度が100ポイズ、チクソトロピック係数が4.0の樹脂で実施例1と同じ方法で床版補強の貼り付けのモデル実験を行った。樹脂の塗布後、溝付きのローラで樹脂含浸および脱泡を行ったが、1層目および2層目も炭素繊維糸間の隙間からは空気が抜けなかった。また、樹脂の塗布後や、硬化の過程で樹脂が垂れ落ちるようなことはなかったが、CFRP板に部分的に膨れた状態が観察された。よく見ると、部分的に膨れた箇所は炭素繊維糸が屈曲しており、この膨れた箇所ではフィルムとCFRP板との間にボイドがあった。

#### 【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コンクリートからなる床版の下面等に樹脂を塗布し、ついでシート状の繊維強化材を積層し、この繊維強化材に樹脂を含浸、常温硬化させ、繊維強化プラスチック板でコンクリート構造物を補強する施工方法において、樹脂を常温硬化型のエポキシ樹脂とし、その粘度を40～200ポイズ、チクソトロピック係数を3.0～8.0とし、繊維強化材を、ノンクリンプ構造で扁平な強化繊維マルチフィラメント糸間の隙間が0.2mm～1.0mmの一方向性補強織物としたので、(1)樹脂がコンクリート構造物の下面から垂れ落ちるようなことはなく、所定の樹脂量を保持することができ、また、繊維強化材への樹脂の含浸を十分にすることができる。

(2)また、強化繊維マルチフィラメント糸間の隙間から脱泡できるので、大きなボイドが残り、FRP層が膨れた状態になることを防止できる。とくに、シート状繊維強化材が高目付になるとこの効果が顕著になった。

(3)さらに、本発明方法においては、含浸・脱泡ローラがけの際、シート状繊維強化材の位置がずれるようなことがないので、繊維強化プラスチック板として優れた強度や引張弾性率等の機械的特性が得られる。

【0035】また、上記繊維強化材を、点状または線状に延びる低融点ポリマーを使用して目止めしておけば、(1)施工現場で裁断の際および含浸・脱泡ローラがけの際、強化繊維マルチフィラメント糸や補助糸がほつれるようなことはなく、作業性が良い。(2)また、高圧力で含浸・脱泡ローラがけしても繊維配向が乱れることはない。

【0036】したがって、本発明の補強方法によれば、効率よく簡単に施工できるとともに、長期的な高い信頼性が得られる。

## 図の説明

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の鉄筋コンクリート構造物の補強方法の一例を示す、床版下面側の部分斜視図である。

【図2】本発明に用いる繊維強化材の一例を示す部分斜視図である。

【図3】図2とは別の例に係る繊維強化材の断面図である。

### 【符号の説明】

1 床版

2'、2''、3、3'、3'' 繊維強化プラスチック板

4 繊維強化材

5 強化繊維マルチフィラメント糸

6 たて方向補助糸

7 よこ方向補助糸

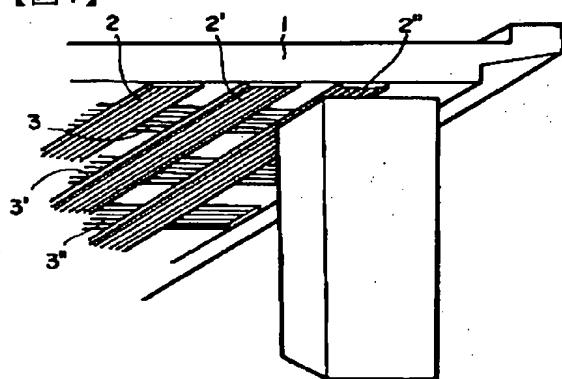
イ 糸条群

ロ たて方向補助糸群

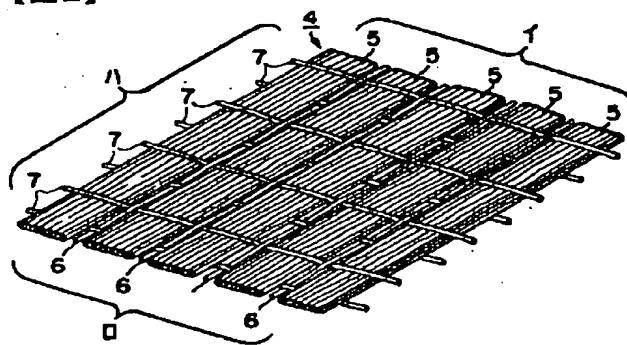
ハ よこ方向補助糸群

## 図面

### 【図1】



### 【図2】



【図3】

